

(11)特許出願公表番号
特表2001-518742
(P2001-518742A)

(43)公表日 平成13年10月16日(2001.10.16)

(51) Int.Cl.?

識別記号

FI

テーマト（参考）

H04J 11/00

H O 4 J 11/00

Z 5K022

審查請求 有 予備審查請求 有 (全 15 頁)

(21)出願番号	特願2000-514428(P2000-514428)
(86)(22)出願日	平成10年9月28日(1998.9.28)
(85)翻訳文提出日	平成12年3月30日(2000.3.30)
(86)国際出願番号	PCT/KR98/00300
(87)国際公開番号	WO99/17493
(87)国際公開日	平成11年4月8日(1999.4.8)
(31)優先権主張番号	1997/50376
(32)優先日	平成9年9月30日(1997.9.30)
(33)優先権主張国	韓国(KR)

(71)出願人 サムソン エレクトロニクス カンパニー
リミテッド
大韓民国 キュンキード スウォン－シ
バルダルーグ マエタンードン 416

(72)発明者 サン・ヒュン・ド
大韓民国・ソウル・138-240・ソンパー
グ・シンチュンードン・11・ジャンミ・エ
ービーティ・27-611

(72)発明者 ヒュン・ジン・チョイ
大韓民国・ソウル・138-220・ソンパー
グ・チャムシルードン・86・エイジア・ス
ンソーチョン・エービーティ・10-405

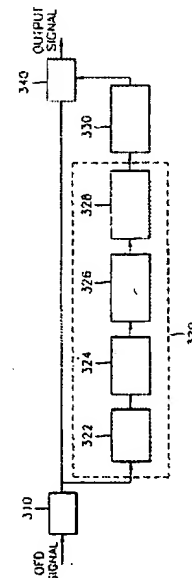
(74)代理人 弁理士 志賀 正武 (外1名)

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 OFDMシステム受信機のFFTウィンドウ位置復元装置及びその方法

(57) 【要約】

直交周波数分割多重化（OFDM）受信機の高速フーリエ変換（FFT）ウィンドウ位置復元装置が提供される。この装置は、有効データ区間及び保護区間からなるOFDMシンボルを受信してFFTウィンドウ位置を復元するOFDMシステム受信機であって、受信されるOFDM信号をデジタル複素サンプルに変換するアナログ-デジタル変換器（ADC）と、前記ADCで出力されたデジタル複素サンプル間の電力差を検出して、該サンプル間の電力差の最小絶対値を有する位置をシンボル開始位置として検出するシンボル開始検出器と、前記シンボル開始検出器で検出されたシンボル開始情報に基づき前記FFTウィンドウ位置を移動させてFFTを活性化させるFFTウィンドウ制御器とを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 有効データ区間及び保護区間からなる直交周波数分割多重化（OFDM）シンボルを受信して高速フーリエ変換（FFT）ウィンドウ位置を復元するFFTウィンドウ位置復元方法であって、

（a）受信されたOFDM信号をデジタル複素サンプルに変換する段階と、

（b）前記段階（a）で出力された前記デジタル複素サンプルと所定サンプル分遅延された複素サンプル値との電力差を求めて、該サンプル間の最大電力値を有する位置をシンボル開始位置として検出する段階と、

（c）前記段階（b）で検出されたシンボル開始情報に基づき前記FFTウィンドウ位置を移動させてFFTを活性化させる段階とを含むことを特徴とするOFDMシステム受信機のFFTウィンドウ位置復元方法。

【請求項2】 有効データ区間及び保護区間からなるOFDMシンボルを受信してFFTウィンドウ位置を復元するOFDMシステム受信機であって、

受信されるOFDM信号をデジタル複素サンプルに変換するアナログ-デジタル変換器（ADC）と、

前記ADCで出力されたデジタル複素サンプル間の電力差を検出して、該サンプル間の電力差の最小絶対値を有する位置をシンボル開始位置として検出するシンボル開始検出器と、

前記シンボル開始検出器で検出されたシンボル開始情報に基づき前記FFTウィンドウ位置を移動させてFFTを活性化させるFFTウィンドウ制御器とを含むことを特徴とするOFDMシステム受信機のFFTウィンドウ位置復元装置。

【請求項3】 前記シンボル開始検出器は、

前記ADCで出力されたデジタル複素サンプルの電力値を検出する電力検出器と、

前記電力検出器で出力された電力値と所定サンプル区間遅延された電力値との差分を検出する電力差検出器と、

前記電力差検出器で出力された電力差を前記保護区間中に1サンプルずつ移動

させながら加算する滑りウィンドウ加算器と、

前記滑りウィンドウ加算器から出力された値の内最小値を検出する最小値位置検出器と

を含むことを特徴とする請求項2に記載のOFDMシステム受信機のFFTウィンドウ位置復元装置。

【請求項4】 前記電力差検出部は、

前記電力検出器から出力されたデジタル複素サンプルの電力値を所定サンプル分遅延させる遅延器と、

前記電力検出器から出力されたデジタル複素サンプルの電力値と前記遅延器で遅延させた電力値との差分を計算する電力差計算器と

を含むことを特徴とする請求項3に記載のOFDMシステム受信機のFFTウィンドウ位置復元装置。

【請求項5】 前記遅延器は、有効データ区間分だけ遅延されるものであることを特徴とする請求項4に記載のOFDMシステム受信機のFFTウィンドウ位置復元装置。

【請求項6】 前記最小値位置検出器の最小値は、前記有効データ区間が前記保護区間と同一のデータを有する部分の電力値であることを特徴とする請求項3に記載のOFDMシステム受信機のFFTウィンドウ位置復元装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直交周波数分割多重化 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing、以下、OFDMと称する) システムに係り、特に、OFDM受信機の高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform、以下、FFTと称する) ウィンドウ位置復元装置及びその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図1は、通常のOFDMシステム受信機の構成を示すブロック図である。まず、OFDM信号のシンボルについて考えてみると、OFDMシステムで使用される副搬送波の総数をNとすると、シンボルは、送信のための逆高速フーリエ変換 (Inverse Fast Fourier Transform、以下、IFFTと称する) の出力であるN個の有効データサンプルとシンボル間の干渉を防止するために有効データ区間の前に挿入するG個のサンプル長を有する保護区間とで構成される。このとき、保護区間は有効データ区間の後半部をコピーする。送信機 (図示せず) は逆高速フーリエ変換器から出力されたN個の複素値にG個の複素値を加えて、総 (G+N) のサンプルからなる1つのシンボルを順次送信する。ここで、一般に、保護区間の長さはチャンネルの拡散遅れ時間より大きい。例えば、ヨーロッパデジタルTV放送標準では、実際シンボルの $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ または $1/32$ の長さ (以下、 $1/4$ モード、 $1/8$ モード、 $1/16$ モード及び $1/32$ モード) を有する保護区間を定義している。送信側ではこれらの内いずれかの長さを選択して該選択された長さを使用する。受信機は、受信されたOFDM信号を復元するために、正確なタイム同期を行わなければならない。前記タイム同期は、正確な信号の並列処理のためのFFTウィンドウ位置復元と、最大の信号対雑音比 (SNR) を有する受信された信号のサンプリングクロック制御のためのサンプリングクロック復元とからなる。

【数1】

$$S_j = \sum_{n=-G}^{N-1} x_{j,n} = \sum_{n=-G}^{-1} \sum_{k=0}^{N-1} X_{j,k} e^{j2\pi(N+n)/N} + \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} X_{j,k} e^{j2\pi kn/N}$$

【0003】

上式1は、送信機の逆フーリエ変換器（図示せず）から出力された有効区間及び保護区間からなるj番目のシンボルを表わす。ここで、jはシンボル番号を表わし、kはキャリアインデックスであり、Nは有効データサンプルの個数であり、nはサンプリング時間を指す。上式1の右側において、第1番目の項は保護区間部分であり、第2番目の項は有効データ部分である。

【0004】

図1に示されたように、ADC110は受信されたOFDM信号をサンプリングする。シンボル開始検出器120は、サンプリングされたOFDM信号を受け取ってシンボルの開始部分を検出する。FFTウィンドウ制御器130は、前記シンボル開始検出器120で検出されたシンボル開始情報に基づき、前記高速フーリエ変換器140の有効データ部分を活性化させるFFTウィンドウ時点を指定する。図2に示されたように、前記FFTウィンドウは受信信号の内保護区間を除いた有効データ区間のみをFFTに送信する。一般に、図1のシンボル開始検出器120は、受信された信号間の相関値または入力信号の量子化値を用いてシンボル開始部分を検出する。しかし、前者の方法は、受信された信号間の相関値の最大位置を要し、その結果システムを具現する上で複雑となる。後者の方法は、2ビット量子化が適用されるため構造は単純化する。しかし、搬送波周波数同期誤差（すなわち、 $e^{j(\omega_0 t + \phi)}$ の位相差（ただし、前記“ $\omega_0 t$ ”は“ $\omega_0 t$ ”を表すものとする））として定義される周波数オフセットが存在すると入力信号の位相回転が起こり、これは有効データ区間の後半部及び保護区間の位相を変えてしまう。このため、最大の相関値を有する位置が見出せず、シンボル開始位置の復元が困難となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

前記問題点を解決するために、本発明の目的は、OFDM受信機において、所定区間で受信された信号間の電力差を用いてFFTウィンドウの位相誤りを復元

する方法を提供することである。

【0006】

本発明の他の目的は、OFDM受信機において、所定区間で受信された信号間の電力差を用いてFFTウィンドウの位相誤りを復元する装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記第1目的を達成するため、本発明からは、有効データ区間及び保護区間からなる直交周波数分割多重化(OFDM)シンボルを受信して高速フーリエ変換(FFT)ウィンドウ位置を復元するFFTウィンドウ位置復元方法が提供され、この方法は、(a)受信されたOFDM信号をデジタル複素サンプルに変換する段階と、(b)前記段階(a)で出力された前記デジタル複素サンプルと所定サンプル分遅延された複素サンプル値との電力差を求めて、該サンプル間の最大電力値を有する位置をシンボル開始位置として検出する段階と、(c)前記段階(b)で検出されたシンボル開始情報に基づき前記FFTウィンドウ位置を移動させてFFTを活性化させる段階とを含む。

【0008】

前記第2目的を達成するため、本発明からは、有効データ区間及び保護区間からなるOFDMシンボルを受信してFFTウィンドウ位置を復元するOFDMシステム受信機が提供され、この装置は、受信されるOFDM信号をデジタル複素サンプルに変換するアナログ-デジタル変換器(ADC)と、前記ADCで出力されたデジタル複素サンプル間の電力差を検出して、該サンプル間の電力差の最小絶対値を有する位置をシンボル開始位置として検出するシンボル開始検出器と、前記シンボル開始検出器で検出されたシンボル開始情報に基づき前記FFTウィンドウ位置を移動させてFFTを活性化させるFFTウィンドウ制御器とを含む。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の他の特徴は、添付した図面と結びつけて説明される好適な実施形態の

次の詳細な説明から明らかになる。図面で同一の部材には同一な参照番号を使用した。

【0010】

図3を参照すると、本発明に係るOFDM受信機におけるFFTウィンドウ位置復元装置はOFDM信号を受信し、且つアナログ-デジタル変換器(ADC)310、開始位置検出器320、FFTウィンドウ位置制御器330、及び高速フーリエ変換器(FFT)340で構成される。ここで、前記開始位置検出器320は、電力検出器322、電力差検出器324、滑りウィンドウ加算器326、及び最大値位置検出器328を含む。

【0011】

図4を参照すると、図3の前記電力差検出器324は、Nサンプル遅延器410及び電力差計算器328から構成される。

【0012】

図5は、本発明に係るFFTウィンドウ位置復元の概念図である。

【0013】

以下、図1ないし図5に基づき、本発明の動作及び効果について説明する。

先ず、送信端(図示せず)から出力されたOFDM信号はノイズはもちろん、位相誤りまたは周波数誤りも有しており、且つこれは次式2で表される複素信号である。

【数2】

$$Y(t) = s(t) \cdot e^{j(\omega_0 t + \phi)} + n(t)$$

式中、 $s(t)$ は送信信号であり、 ω_0 は周波数誤りであり、 ϕ は位相誤りであり、 $n(t)$ はノイズである。

【0014】

前記ADC310は、上式2で表わされる入力OFDM信号をサンプリングして、該OFDM信号を次式3で表わされるデジタルデータに変換する。

【数3】

$$Y(k) = Y(t), t = kT$$

式中、 $Y(k)$ は複素サンプルであり、 $Y(t)$ は受信されたOFDM信号であり、 k は $0, 1, 2, \dots$, であり、そして T は定格サンプリング期間である。

【0015】

前記シンボル開始検出器320は、入力複素サンプル $Y(k)$ と N サンプル遅延された入力複素サンプルとの電力差を求め、前記サンプル間の電力値が最小となる位置をシンボル開始位置として検出する。すなわち、図3に示されたように、前記電力検出器322は、位相/周波数誤り(図5に示された $r_i(n)$ と $r_i(n+N)$ との位相/周波数誤り)の影響をなくすために、次式4で表わされる前記複素信号 $Y(k)$ の電力値 $P(k)$ を検出する。

【数4】

$$P(k) = Y(k)_I^2 + Y(k)_Q^2$$

式中、 $Y(k)_I$ は $Y(k)$ の同相分(In-phase component)であり、 $Y(k)_Q$ は $Y(k)$ の直角分(Quadrature component)である。

【0016】

前記電力差検出器324は、互いに N サンプル分離された2サンプル間の電力差を求める。

【0017】

すなわち、図4に示されたように、前記電力差計算器420は、前記電力検出器322で出力される電力値 $P(k)$ と前記 N サンプル遅延器410で N サンプル分遅延された電力値との電力差を計算する。図5の概念図を参照すると、第1ブロックBLOCK1は任意の位置0からシンボル長 $(N+G)$ まで貯蔵されたサンプル値であり、第2ブロックBLOCK2は開始時点 N からシンボル長 $(2N+G)$ まで貯蔵されたサンプル値である。第1ブロックBLOCK1内にある保護区間 G は前記 N サンプル遅延器410で貯蔵位置から N サンプル分遅延されてから、第2ブロックBLOCK2内で保護区間 G と同一のデータを有する有効データ区間の後半部 G' と同位置となる。第1ブロックBLOCK1と第2ブロックBLOCK2との相間度をみると、 G 区間及び G' 区間が互いに同一のデー

タを有するため相間度が一番高く、残りの区間は任意のデータを有するため相間度がほとんどない。したがって、前記有効データ区間が前記保護区間と同一のデータを有するところで（ノイズが存在しない状態下で）Nサンプル分遅延された電力値と受信された信号の電力値との差が“0”となる。しかし、残りのところでは、任意のサンプル値間の+または-の差分値（方向）が生成される。ここで、+または-値をそのまま使用すると保護区間と他の区間との区別がつかなくなるため、信号の符号（sign）を問わずに受信された信号の値のみを取って絶対値を得る。前記滑りウィンドウ加算器326は、前記保護区間G中に前記電力差検出器324で出力された電力差値を加算する。前記滑りウィンドウ加算器326は、ウィンドウが開始時点0から時点（N+G）まで1サンプルずつ移動する間に加算を行う。図5に示されたように、前記滑りウィンドウ加算器326の出力値はシンボル開始時点iで最小となる。前記最小値位置検出器328は、前記滑りウィンドウ加算器326の出力値のうち最小値を有するサンプル位置を検出し、且つ最小値に対する時点をシンボル開始位置として検出する。

【0018】

前記電力検出器322、前記電力差検出器324、前記滑りウィンドウ加算器326、及び前記最小値位置検出器328の動作は、次式5で表わされる。

【数5】

$$\text{Min}_i \sum_{n=0}^{G-1} |p_i(n) - p_i(n+N)|, \quad p_i(n) = |Y_i(n)|^2 \quad \text{or} \quad |Y_i(n)|$$

【0019】

従って、前記最小値位置検出器328で検出された最小値位置情報は、前記FFTウィンドウ位置制御器330のFFTウィンドウ移動値となる。前記FFTウィンドウ位置制御器330は、前記最小値位置検出器328で検出された最小値の位置情報に基づき、高速フーリエ変換（FFT）が前記FFT340で活性化される位置を指定する。前記FFT340は、前記FFTウィンドウ位置制御器330で生成されたFFTウィンドウ位置制御信号に応じて前記ADC310で生成されたデータを高速フーリエ変換処理する。

【0020】

前述した通り、本発明によると、OFDM受信機において、所定区間で受信された信号間の電力差を用いてFFTウィンドウ位相誤りを復元することにより周波数及び同期オフセットが減り、これによりシステムへの信頼性が向上される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 通常のOFDMシステム受信機の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1のFFTウィンドウ制御器におけるFFTウィンドウを説明するための概念図である。

【図3】 本発明に係るOFDMシステム受信機のFFTウィンドウ位置復元装置を示すブロック図である。

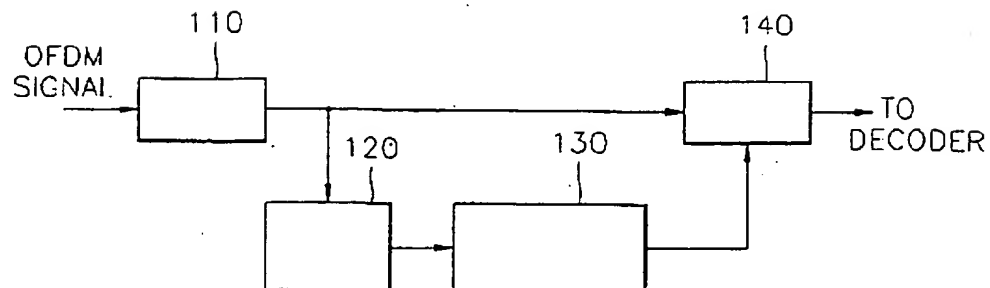
【図4】 図3の電力差検出器324を示すブロック図である。

【図5】 FFTウィンドウ位置検索のための概念図である。

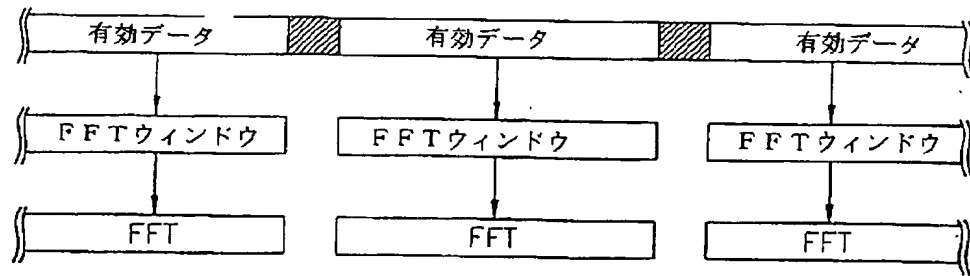
【符号の説明】

- 310 アナログーデジタル変換器 (ADC)
- 320 開始位置検出器
- 322 電力検出器
- 324 電力差検出器
- 326 滑りウィンドウ加算器
- 328 最大値位置検出器
- 330 FFTウィンドウ位置制御器
- 340 高速フーリエ変換器 (FFT)
- 410 Nサンプル遅延器
- 420 電力差計算器

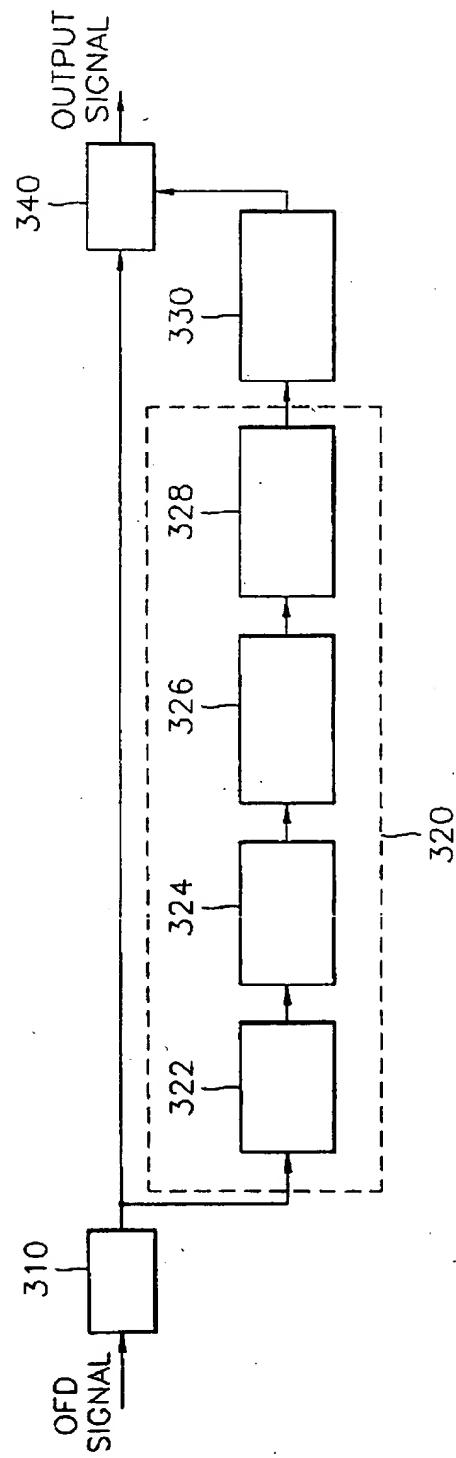
【図1】



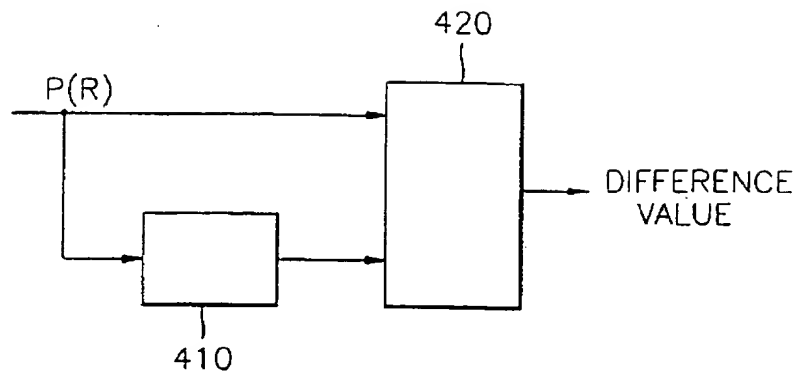
【図2】



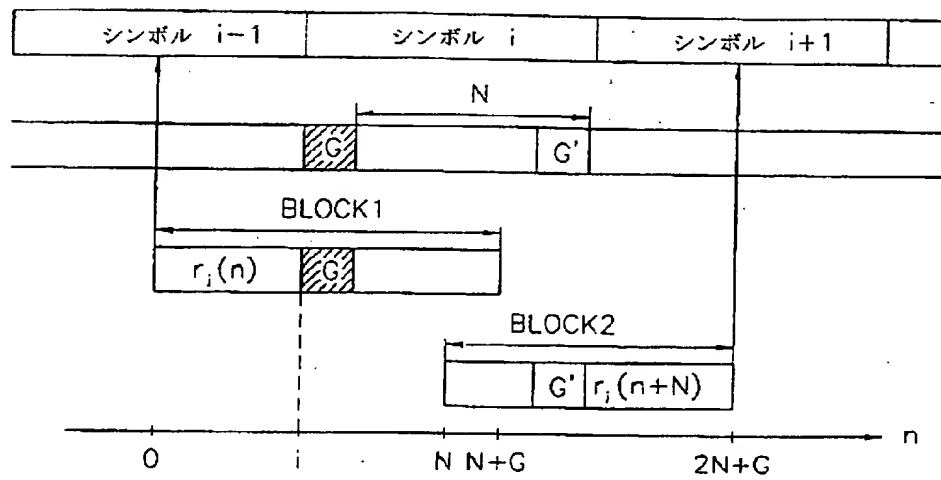
【図3】



【図4】



【図5】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR 98/00300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁶: H 04 L 5/06; H 04 N 7/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC⁶: H 04 L 5/06, 27/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 730 357 A2 (TELLA AB) 04 September 1996 (04.09.96), abstract, fig. 1.	1,2
A	WO 97/07 620 A1 (PHILIPS ELECTRONICS) 27 February 1997 (27.02.97), abstract.	1,2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

„A“ document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

„E“ earlier application or patent but published on or after the international filing date

„L“ document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

„O“ document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

„P“ document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

„T“ later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

„X“ document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

„Y“ document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

„&“ document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 March 1999 (05.03.99)

Date of mailing of the international search report

17 March 1999 (17.03.99)

Name and mailing address of the ISA/AT

Austrian Patent Office
Kohlmarkt 8-10; A-1014 Vienna
Facsimile No. 1/53424/535

Authorized officer

Koskarti

Telephone No. 1/53424/326

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW

(72) 発明者 ホン・バエ・チョ

大韓民国・ジュンラナムード・539-810・

ジンドーグン・ココーン・ミュン・ジソー

ーリ・1038

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD33 DD42